

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR AWAL TERHADAP
CO-GASIFICATION BATUBARA-TEMPURUNG KELAPA
PADA REAKTOR *BUBBLING FLUIDIZED BED GASIFIER***



Disusun Sebagai Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :

ICHSAN MULYADI

NIM : D 200 130 186

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2018

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : **ICHSAN MULYADI**

NIM : **D 200 130 186**

Jurusan : **Teknik Mesin**

Judul Skripsi : **"PENGARUH VARIASI TEMPERATUR AWAL
TERHADAP CO-GASIFICATION BATUBARA-
TEMPURUNG KELAPA PADA REAKTOR *BUBBLING
FLUIDIZED BED GASIFIER*".**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya serahkan ini benar-benar hasil karya saya sendiri dan bebas plagiat karya orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu/ dikutip dalam naskah dan disebutkan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti skripsi ini hasil plagiat, saya bertanggung jawab sepenuhnya dan bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surakarta, 20 Januari 2018



Ichsan Mulyadi

D 200 130 186

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir yang berjudul **“PENGARUH VARIASI TEMPERATUR AWAL TERHADAP CO-GASIFICATION BATUBARA-TEMPURUNG KELAPA PADA REAKTOR *BUBBLING FLUIDIZED BED GASIFIER*”**
Disusun Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Program Studi Strata Satu
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Surakarta.


Dipersiapkan oleh:

Nama : **ICHSAN MULYADI**
NIM : **D 200 130 186**

Telah disetujui dan disahkan pada:

Hari : Sabtu
Tanggal : 20. Januari. 2018

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir



Nur Aklis, S.T., M.Eng

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul **"PENGARUH VARIASI TEMPERATUR AWAL TERHADAP CO-GASIFICATION BATUBARA-TEMPURUNG KELAPA PADA REAKTOR *BUBBLING FLUIDIZED BED GASIFIER*"**, telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **ICHSAN MULYADI**

NIM : **D 200 130 186**

Disahkan pada :

Hari : Sabtu

Tanggal : 20 Januari 2018

Tim Penguji :

Ketua : **Nur Aklis, S.T., M.Eng**

Anggota 1 : **Ir. Tri Tjahjono, MT**

Anggota 2 : **Ir. Subroto, MT**


.....

.....

.....


Dekan,

Ir. Sri Sunariono, MT., Ph. D

Ketua Jurusan,


Ir. Subroto, MT

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Bedasarkan surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta
Nomor 150 / II / 2016 Tanggal 8 September 2016

Dengan ini :

Nama : Nur Aklis S.T.,M.Eng

Pangkat/jabatan : Asisten Ahli

Kedudukan : Pembimbing

Memberikan soal tugas akhir kepada Mahasiswa :

Nama : Ichsan Mulyadi

Nomor Induk : D 200 130 186

NIMR : -

Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir

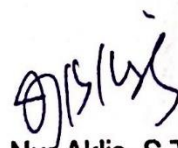
Judul/Topik : **"PENGARUH VARIASI TEMPERATUR AWAL
TERHADAP CO-GASIFICATION BATUBARA-
TEMPURUNG KELAPA PADA REAKTOR
BUBBLING FLUIDIZED BED GASIFIER".**

Rincian Soal/Tugas : Menguji Performa Reaktor *Bubbling Fluidized Bed
Gasifier* Terhadap *Co-Gasification* Batubara-
Tempurung Kelapa Dengan Variasi Temperatur Awal.

Demikian soal tugas akhir dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana
mestinya.

Surakarta, 20 Januari 2018

Pembimbing



Nur Aklis, S.T.,M.Eng

MOTTO

“Jangan pernah mengatur hidupmu, karena Allah sedang mengaturmu”

(Penulis)

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal itu sangat baik bagimu. Dan boleh jadi kamu mencintai sesuatu, padahal itu sangat buruk bagimu. Allah Maha Mengetahui sedangkan kamu tidak mengetahui”

“Sesungguhnya Allah tak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri”

(Qs. Ar-Ra’d : 11)

“Agama tanpa ilmu adalah buta, ilmu tanpa agama adalah lumpuh”

(Albert Einstein)

“Kunci dasar kesuksesan adalah tindakan”

(Pablo Pisacco)

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR AWAL TERHADAP CO-
GASIFICATION BATUBARA-TEMPURUNG KELAPA PADA REAKTOR
BUBBLING FLUIDIZED BED GASIFIER**

Ichsan Mulyadi, Nur Aklis
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura
Email : ichsanmulyadi12@gmail.com

ABSTRAKSI

Biomassa merupakan salah satu energi alternatif pengganti bahan bakar fosil yang sifatnya dapat diperbaharui. Batubara biasanya digunakan sebagai bahan bakar utama dalam proses gasifikasi karena memiliki karbon dan nilai kalor yang cukup tinggi, namun di sisi lain batubara memiliki tingkat polusi yang cukup besar jika digunakan terus menerus. Gasifikasi merupakan sistem konversi bahan bakar padat untuk dirubah menjadi gas yang mampu bakar. Untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan dengan cara *co-gasification*, dimana sistem ini adalah pencampuran dua bahan bakar atau lebih. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur awal terhadap temperatur rata-rata reaktor, waktu penyalaan api, nyala efektif api, dan nilai kalor. Penelitian ini menggunakan biomassa tempurung kelapa dicampur dengan batubara pada variasi temperatur awal operasi 400°C; 450°C; dan 500°C. Reaktor yang digunakan adalah reaktor *bubbling fluidized bed* dengan diameter 160 mm dan tinggi 1230 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi variasi temperatur awal yang digunakan maka semakin cepat waktu penyalaan api dan waktu nyala efektif api semakin pendek. Hal ini terjadi pada variasi temperatur awal 500°C, dengan waktu penyalaan api pada menit ke-15 dan waktu nyala efektif selama 10 menit. Jumlah kalor tertinggi didapatkan pada variasi temperatur awal 400°C dengan jumlah total kalor sebesar 740,693 kJ.

Kata kunci: Co-Gasifikasi, Fluidized Bed Gasification, Biomassa, Batubara

ABSTRACTION

Biomass is one of alternative energy replacement fossil fuels that are renewable. Coal is usually used as the main fuel in the gasification process because it has high carbon and calorific values, but on the other hand coal has a considerable amount of pollution if used continuously. Gasification is a solid fuel conversion system that can be turned into a flammable gas. To overcome this problem can be done with co-gasification, where the system is mixing two or more fuels. The purpose of this research is to know the influence of the initial temperature at reactor average temperature, ignition time, flame effective, and calorific value. This research used coconut shell biomass mixed with coal at the initial temperature variation of 400°C; 450°C; and 500°C. The reactor used was a bubbling fluidized bed reactor with a diameter of 160 mm and a height of 1230 mm. The results showed that the higher the initial temperature variations used the faster the firing time and the effective flame time the shorter the fire. This occurs in the initial temperature variation of 500°C, with a start time of fire at 15 minutes and an effective flame time of 10 minutes. The highest amount of heat was obtained at the initial temperature variation of 400°C with a calorific value of 740,693 kJ.

Keywords: Co-Gasification, Fluidized Bed Gasification, Biomass, Coal

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur Alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT, atas segala limpahan rahmat taufiq serta hidayah-Nya, semoga kita senantiasa dalam lindungan-Nya. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, yang kita jadikan suri tauladan dalam kehidupan ini. Syukur Alhamdulillah penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Skripsi yang berjudul **“PENGARUH VARIASI TEMPERATUR AWAL TERHADAP CO-GASIFICATION BATUBARA-TEMPURUNG KELAPA PADA REAKTOR BUBBLING FLUIDIZED BED GASIFIER”**, dapat terealisasi atas dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph. D, sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Subroto, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak Nur Aklis S.T.,M.Eng., selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan saran hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Bapak Moh. AlFatih Hendrawan, S.T., MT selaku pembimbing akademik yang selalu memberikan masukan-masukan dan dorongan yang mendukung.
5. Bapak/Ibu dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, sehingga dapat mencapai gelar sarjana S-1.
6. Rekan seperjuangan tugas akhir tim turbin angin (Irfan, David dan Danang) dan tim gasifikasi (Nurman, Niko, Deni, Shodiq, dan Ari) yang saling membantu dan menyemangati selama mengerjakan tugas akhir.

7. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta dari berbagai angkatan, khususnya Teknik Mesin angkatan 2013 atas pengalaman yang berharga selama kuliah.

Semoga amal baik semua pihak yang membantu dalam penyusunan skripsi ini mendapatkan imbalan dari Allah SWT. Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, meskipun telah berusaha untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Segala kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, 20 Januari 2018

Penulis,



Ichsan Mulyadi

D 200 130 186

DAFTAR ISI

COVER	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR MOTTO.....	v
ABSTRAKSI	vi
ABSTRACTION.....	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematis Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.2 Landasan Teori	12
2.2.1 Biomassa.....	12
2.2.2 Tempurung kelapa.....	15
2.2.3 Batubara	17
2.2.4 Gasifikasi.....	21

2.2.5 Pembakaran	26
2.2.6 Jenis-jenis Reaktor Gasifikasi	28
2.2.7 Fluidisasi	37
2.2.8 Material <i>Bed</i>	40
2.2.9 Teknologi Co-Gasifikasi.....	41
2.2.10Faktor Yang Mempengaruhi Proses Gasifikasi	42
2.2.11Perhitungan	46

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian	49
3.1.1 Diagram Alir Penelitian.....	49
3.2 Waktu dan Tempat Pengujian	52
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	52
3.3.1 Skema Alat.....	52
3.3.2 Alat Penelitian	53
3.3.3 Bahan Penelitian	58
3.4 Tahap Pengujian	59

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian	61
4.1.1 Temperatur Reaktor Pada Temperatur Awal 400°C.....	61
4.1.2 Temperatur Reaktor Pada Temperatur Awal 450°C.....	62
4.1.3 Temperatur Reaktor Pada Temperatur Awal 500°C.....	64
4.1.4 Temperatur Rata-rata Reaktor	66
4.1.5 Perbandingan Penyalaan Api dan Nyala Efektif Terhadap Variasi Temperatur Awal	68
4.1.6 Jumlah Kalor	69

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan dan Saran	71
5.1.1 Kesimpulan	71
5.1.2 Saran.....	72

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Macam-macam Tipe <i>Gasifier</i>	29
Gambar 2.2 Reaktor <i>Entrained Flow</i>	32
Gambar 2.3 <i>Fluidized Bed Gasifier</i>	35
Gambar 2.4 Fenomena Fluidisasi	38
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	49
Gambar 3.2 Skema Alat <i>Fluidized Bed Gasifier</i>	53
Gambar 3.3 Reaktor Fluidisasi.....	54
Gambar 3.4 <i>Distributor</i>	54
Gambar 4.1 Profil Temperatur Reaktor Pada Variasi Temperatur Awal 400°C	61
Gambar 4.2 Profil Temperatur Reaktor Pada Variasi Temperatur Awal 450°C	63
Gambar 4.3 Profil Temperatur Reaktor Pada Variasi Temperatur Awal 500°C	65
Gambar 4.4 Temperatur Rata-rata Reaktor	66
Gambar 4.5 Perbandingan Penyalaan Api dan Nyala Efektif Api Terhadap Variasi Temperatur Awal	68
Gambar 4.6 Perbandingan Jumlah Kalor Terhadap Variasi Temperatur Awal.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Tempurung Kelapa	15
Tabel 2.2 Produksi Kelapa di Indonesia Tahun 2012-2015	16
Tabel 2.3 Hasil Pengujian <i>Ultimate</i> , <i>Proximate</i> , dan <i>Lower Heat Value</i> (<i>LHV</i>) Tempurung Kelapa	17
Tabel 2.4 Analisis <i>Proximate</i> dan <i>Ultimate</i> Batubara	21
Tabel 2.5 Komposisi Produk Gas Selama Gasifikasi	23
Tabel 2.6 Kelebihan dan Kekurangan Berbagai Tipe <i>Gasifier</i>	30